

# PERANCANGAN DAN ANALISIS KOMBINASI FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN WI-FI PUBLIC DI PERUMAHAN PESONA CIGANITRI

## DESIGN AND ANALYSIS OF COMBINATION FIBER TO THE HOME (FTTH) WITH WI-FI PUBLIC IN PESONA CIGANITRI HOUSING

Johanes Nicolas Panjaitan<sup>1</sup>, Akhmad Hambali<sup>2</sup>, Ageak Raporte Bermano<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>3</sup>PT. Telkom Indonesia

<sup>1</sup>johanesnicolas@students.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>hbl@telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

Jurnal ini memfokuskan untuk penentuan kelayakan dan performansi sistem perancangan FTTH, dalam penelitian ini dilakukan perhitungan terhadap parameter-parameter kelayakan dan performansi yang ingin diimplementasikan pada perumahan Pesona Ciganitri. Parameter-parameter tersebut adalah *Link Power Budget* dan *Rise Time Budget* untuk kelayakan sistem dan BER untuk *performance* sistem yang disimulasikan pada *OptiSystem*. Dari perhitungan secara manual *link power budget*, total redaman yang dihasilkan untuk *downstream* sebesar 23,80195 dB dan untuk *upstream* sebesar 8,69495 dB. Berdasarkan nilai total redaman didapatkan nilai daya terima sebesar -20,802 dBm untuk *downstream* dan -5,6949 dBm untuk *upstream* yang diatas nilai sensitifitas minimum daya pada penerima yang ditentukan PT.Telkom yaitu -23 dBm. Sedangkan untuk nilai *Rise Time Budget* yang didapatkan bernilai baik karena  $t_{system}$  bernilai 0,25 ns untuk *downstream* dan 0,25 ns untuk *upstream* yang lebih kecil dari batasan waktu untuk setiap pengkodean. Untuk parameter performansi sistem yaitu BER yang dihasilkan dari simulasi *OptiSystem*, didapatkan nilai BER *downstream* sebesar  $2,6294 \times 10^{-35}$  dan untuk *upstream* sebesar 0. Sehingga dapat disimpulkan kedua nilai tersebut memenuhi nilai minimum BER yang ditentukan untuk optik yaitu  $10^{-9}$ .

**Kata Kunci:** FTTH, Link Power Budget, Rise Time Budget, Bit Error Rate (BER), Opti System

### Abstract

This journal focuses To determine the feasibility and design of performance FTTH, in this research, calculation of the parameters of feasibility and performance that want to implement at Pesona Ciganitri Residence. These parameters are Link Power Budget and Rise Time Budget for the feasibility of the system and BER for permormance system that simulated the OptiSystem. From the calculations manually link power budget, the total attenuation produced at 23,80195 dB for downstream and for upstream at 8,69495 dB. Based on the total value of the received power attenuation values obtained by -20,802 dBm for downstream and for upstream at -5,6949 dBm. This values is still above the minimum power limit at the receiver in PT.Telkom is -23 dBm As for the value obtained Rise Time Budget is well worth because  $t_{system}$  worth 0.25 ns for downstream and 0,25 for upstream smaller than the time limit for each encoding. For system performance parameters are generated from the simulation BER OptiSystem, BER values obtained at  $2,6294 \times 10^{-35}$  for downstream and upstream at 0. It can be concluded that both values meet the specified minimum value for optic BER is  $10^{-9}$ .

**Keywords:** FTTH, Link Power Budget, Rise Time Budget, Bit Error Rate (BER), Opti System

**Keywords:** FTTH, Link Power Budget, Rise Time Budget, Bit Error Rate (BER), Opti System

### 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin pesat memicu bertambahnya kebutuhan masyarakat akan layanan akses yang cepat. Hal ini begitu disadari oleh pihak PT.Telkom sebagai operator telekomunikasi untuk mengembangkan teknologi yang dapat menangani kebutuhan para pelanggannya. Salah satu masalah dalam layanan akses yang cepat adalah kebutuhan *bandwidth* yang besar agar kebutuhan akses cepat dapat terpenuhi. Serat optik merupakan salah satu media transmisi yang memiliki *bandwidth* yang besar dan dapat menanggulangi masalah *bandwidth* yang dialami. Sistem berbasis optik dapat menghantarkan beragam informasi digital, seperti suara, video, data, dan sebagainya secara lebih efektif. Serat optik

memiliki kapasitas *bandwidth* mencapai 50 GHz, kapasitas ini lebih besar daripada kapasitas kabel *coaxial* maupun radio. Lalu, jika dibandingkan dengan kabel *coaxial* yang bisa mengangkut data sampai 1,5 Mbps untuk jarak dekat (kurang dari 2,5 km), kabel serat optik bisa mengangkut data hingga 2,5 Gbps untuk jarak yang lebih jauh (200 km) artinya dengan jarak 80 kali lebih panjang, kabel serat optik mampu mengangkut data lebih dari 1.500 kali kemampuan kabel tembaga. Teknologi serat optik yang memberikan solusi untuk permasalahan *bandwidth* adalah *Gigabit Passive Optical Network* (GPON). GPON merupakan teknologi FTTx yang dapat mengirimkan informasi sampai ke pelanggan menggunakan kabel optik. Salah satu jenis FTTx ini adalah FTTH (*Fiber To The Home*). FTTH memungkinkan penggunaan serat optik secara keseluruhan mulai dari sentral hingga ke pelanggan. Dengan menggunakan serat optik, operator telekomunikasi dapat memberikan layanan *broadband* ke pelanggan dengan jangkauan yang semakin luas dibanding teknologi akses tembaga ataupun radio. Dalam penelitian ini akan dirancang jaringan FTTH di Pesona Ciganitri serta dilakukan evaluasi dan analisa terhadap jaringan yang telah dirancang. Pesona Ciganitri sendiri merupakan hunian minimalis dan modern yang memiliki konsep *cluster* dengan lingkungan yang hijau dan asri terdiri dari rumah tipe 36 sampai 55 dan beberapa tipe khusus dengan jumlah 418 rumah yang sangat jelas membutuhkan layanan akses yang cepat untuk mendukung fasilitas yang disediakan.

## 2. Dasar Teori dan Perancangan

### 2.1 Karakteristik Transmisi Serat Optik

Serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Cahaya yang ada di dalam serat optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi. Keandalan dari serat optik dapat ditentukan dengan satuan BER (*Bit Error Rate*). Salah satu ujung serat optik diberi masukan data tertentu dan ujung yang lain mengolah data itu. Jumlah kesalahan persatuan waktu tersebut dinamakan BER. Dengan diketahuinya BER maka jumlah kesalahan pada serat optik yang sama dengan panjang yang berbeda dapat diperkirakan besarnya. Menurunnya kualitas sinyal-sinyal yang ditransmisikan akan mengganggu kelancaran proses komunikasi data. Hal ini akan sering ditemui jika menggunakan media kabel tembaga untuk keperluan transmisi data, baik jarak jauh maupun jarak dekat. <sup>[1]</sup>

Pada sistem komunikasi menggunakan serat optik, sinyal informasi akan dibawa oleh cahaya. Cahaya relatif lebih kebal terhadap gangguan dari luar. Tidak banyak faktor yang dapat menimbulkan interferensi terhadap sinyal cahaya. Cahaya tidak akan terganggu oleh listrik bertegangan tinggi, tidak akan terganggu oleh suhu udara baik panas maupun dingin, dan juga tidak terganggu oleh frekuensi radio di sekitarnya. Degradasi pada sinyal cahaya secara garis besar disebabkan oleh dua hal yaitu redaman dan dispersi. Redaman pada serat optik dapat diakibatkan absorpsi, yaitu ketidaksempurnaan atom seperti kehilangan molekul dan kerusakan oksigen dalam struktur serat, hamburan *Rayleigh*, efek geometri, dan *loss* inti dan kulit. Dispersi merupakan suatu gejala pelebaran pulsa ketika sampai di penerima. Pulsa yang melebar akan saling menumpuk sehingga tidak bisa dibedakan ketika sampai di penerima. Efek ini dikenal dengan *Inter Symbol Interference* (ISI). <sup>[1]</sup>

Secara umum dispersi dibagi menjadi dua bagian, yaitu dispersi intramodal dan disperse antarmodal. Dispersi intramodal terdiri dari dua bagian, yaitu disperse material dan dispersi pandu gelombang. Dispersi material disebabkan oleh variasi indeks bias bahan inti yang merupakan fungsi panjang gelombang, akibatnya terjadi

kecepatan grup berbeda setiap moda yang tergantung kepada panjang gelombang, selanjutnya mengakibatkan terjadinya pelebaran pulsa. Sedangkan disperse pandu gelombang terjadi karena tidak semua cahaya yang diterima detector melalui inti, tetapi sebagian cahaya merambat melalui kulit (*cladding*). Dispersi antarmodal hanya terjadi pada serat *multimode*.<sup>[1]</sup>

## 2.2 Arsitektur Jaringan Lokal Akses Fiber

### 2.2.1 Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf)

Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf) atau *Optical Access Network* adalah sekumpulan jaringan akses yang menggunakan secara bersama suatu antarmuka jaringan dan diimplementasikan menggunakan serat optik. Jarlokaf merupakan suatu solusi strategis bagi jaringan pelanggan namun sangat sensitif terhadap jenis teknologi. Keberadaan panduan dan ketepatan pemilihan teknologi sangat mempengaruhi kesuksesan kegiatan operasi dan perawatan, efektifitas investasi serta kemudahan menyediakan jasa-jasa baru.<sup>[5]</sup>

Sistem Jarlokaf setidaknya memiliki 2 buah perangkat opto-elektronik, yaitu satu perangkat opto-elektronik di sisi sentral dan satu perangkat opto-elektronik di sisi pelanggan. Lokasi perangkat opto-elektronik di sisi pelanggan selanjutnya disebut Titik Konversi Optik (TKO). Secara praktis TKO berarti batas terakhir kabel optik ke arah pelanggan yang berfungsi sebagai lokasi konversi sinyal optik ke sinyal elektronik.<sup>[5]</sup>

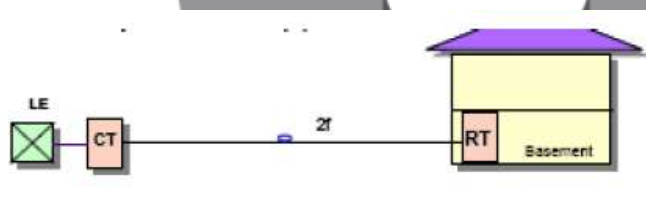
### 2.2.2 Arsitektur Jaringan Lokal Akses Fiber

#### 2.2.2.1 Macam-macam Konfigurasi Penyebaran Optik<sup>[1]</sup>

Berikut adalah macam – macam arsitektur jarlokaf yang telah diaplikasikan di lapangan:

##### a) Fiber To The Building (FTTB)

TKO terletak di dalam gedung dan biasanya terletak pada ruang telekomunikasi basement. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga indoor. FTTB dapat dianalogikan dengan Daerah Catu Langsung (DCL) pada jaringan akses tembaga.



Gambar 2. 1 Modus Aplikasi FTTB

##### b) Fiber To The Zone (FTTZ)

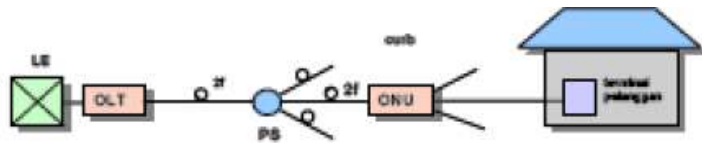
TKO terletak di suatu tempat di luar bangunan, baik di dalam kabinet maupun manhole. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa kilometer. FTTZ dapat dianalogikan sebagai pengganti RK.



Gambar 2. 2 Modus Aplikasi FTTZ

c) Fiber To The Curb (FTTC)

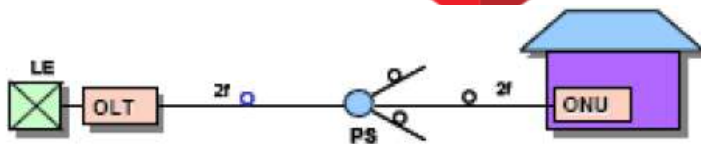
TKO terletak di suatu tempat di luar bangunan, baik di dalam kabinet, di atas tiang maupun manhole. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa ratus meter. FTTC dapat dianalogikan sebagai pengganti KP.



Gambar 2. 3 Modus Aplikasi FTTC

d) Fiber To The Home (FTTH)

TKO terletak di rumah pelanggan. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga indoor atau IKR hingga beberapa puluh meter. FTTH dapat dianalogikan sebagai pengganti Terminal Blok (TB).



Gambar 2. 4 Modus Aplikasi FTTH

### 2.2.2.2 Teknologi FTTx

- Jaringan serat optik aktif

Jaringan serat optik aktif merupakan rangkaian titik ke banyak titik (*Point to Multi Point*, P2MP), penggunaan teknologi ini terbatas karena biayanya sangat tinggi. Peralatan-peralatan aktif yang digunakan dalam jaringan AON termasuk *optical switch*, memerlukan tenaga listrik. <sup>[10]</sup>

- Jaringan serat optik pasif

Jaringan serat optik pasif juga merupakan jaringan P2MP hampir sama dengan AON. Perbedaannya dimana pada titik komponen aktif digantikan oleh penceraai optik pasif (*passive optical splitter*). Jika dibandingkan dengan jaringan jenis AON, pemasangan jaringan jenis PON adalah lebih mudah dan murah serta tidak menggunakan komponen elektronik aktif sehingga mengurangi biaya pemeliharaan peralatan. <sup>[10]</sup>

## 3. Simulasi Perancangan

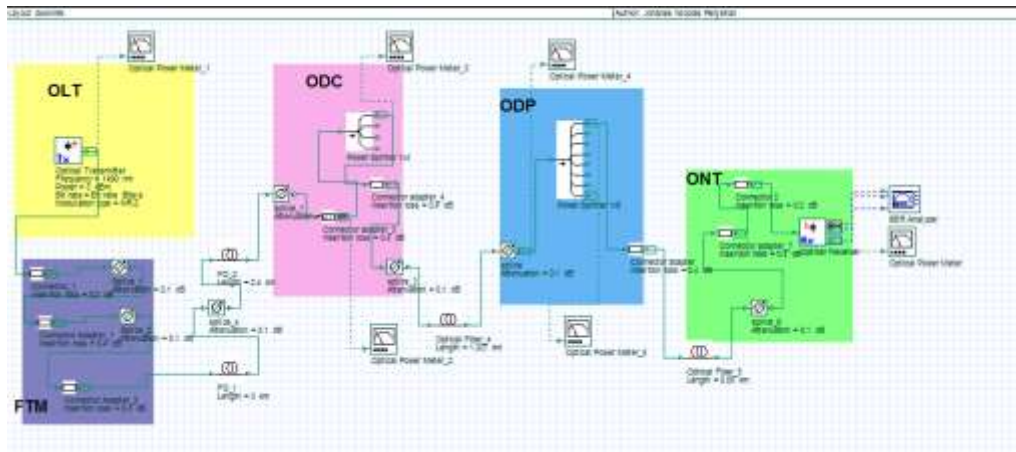
### 4.1.1 Konfigurasi Simulasi Downlink

Pada simulasi downlink maka yang harus pertama kali dilakukan adalah mengatur parameter layout dengan bitrate 2,488 Gbps dan sensitifitas -28 dBm, kemudian parameter yang perlu dipersiapkan antara lain:

- Atur OLT dengan panjang gelombang 1490 nm, power sebesar 3 dBm, bit rate 2,488 Gbps, pengkodean NRZ, rise time 150 ps dan fall time 150 ps.
- Panjang koneksi kabel diatur sesuai dengan jarak pantauan lapangan dengan redaman kabel sebesar 0,24 dB/km.
- Konektor sebanyak 5 buah dengan loss masing-masing sebesar 0,2 dB.

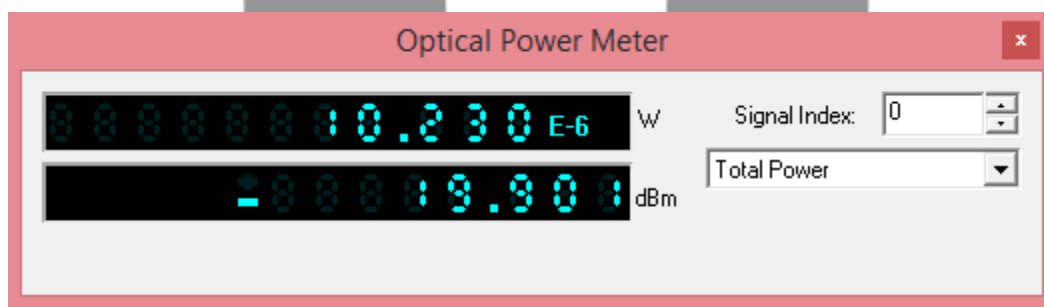
- Splitter 1:4 dengan loss sebesar 7,25 dB dan splitter 1:8 dengan loss sebesar 10,38 dB.
- Fiber Optik dari OLT sampai ke ODC sepanjang 5,4 km, dari ODC ke ODP sepanjang 1,327 km dan dari ODP ke ONT terjauh sepanjang 0,05 km dengan redaman masing-masing sebesar 0,24 dB.

Gambar konfigurasi *downlink* dapat dilihat pada gambar 4.1:



Gambar 4. 1 Konfigurasi Downlink

Berdasarkan hasil perancangan tersebut didapatkan nilai *Bit Error Rate (BER)* adalah  $2,6294 \times 10^{-35}$ , nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER ideal transmisi serat optik yaitu  $10^{-9}$  dan daya yang terukur di penerima pada *Optical Power Meter (OPM)* adalah sebesar -19.901 dBm.



Gambar 4. 2 Daya Terima *Receiver Downstream (Rx)*

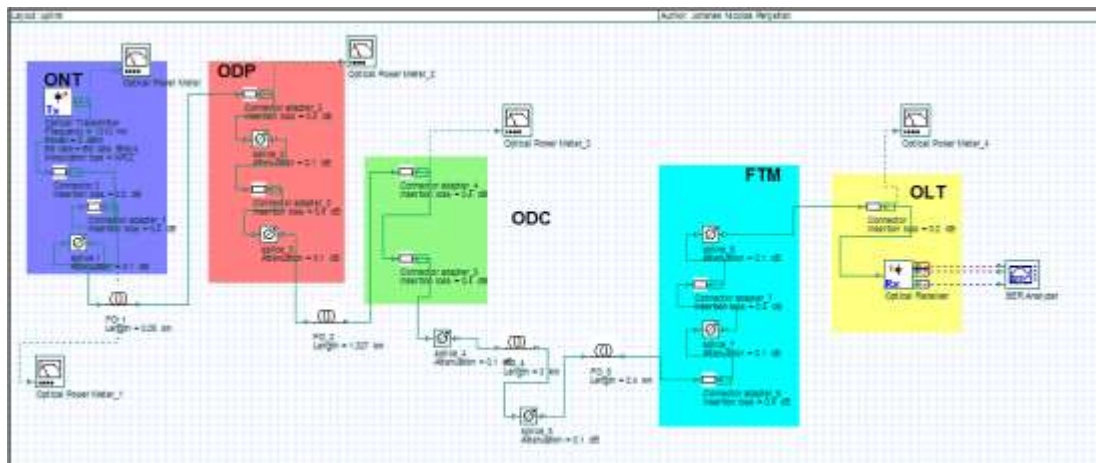
#### 4.2.2 Konfigurasi Simulasi *Uplink*

Pada simulasi *Uplink* maka yang pertama harus dilakukan adalah mengatur layout dengan nominal bit-rate 1,244 Gbps, dan *sensitivity* -29 dBm. Kemudian parameter yang harus disiapkan adalah :

- Atur OLT dengan panjang gelombang 1310 nm, power sebesar 3 dBm, bit rate 1,244 Gbps, pengkodean NRZ, rise time 150 ps dan fall time 150 ps.
- Panjang koneksi kabel diatur sesuai dengan jarak pantauan lapangan dengan redaman kabel sebesar 0,35 dB/km.
- Splitter 1:4 dengan loss sebesar 7,25 dB dan splitter 1:8 dengan loss sebesar 10,38 dB.
- Konektor sebanyak 6 buah dengan redaman masing-masing 0,2dB.
- Fiber Optik dari OLT sampai ke ODC sepanjang 5,4 km, dari ODC ke ODP sepanjang 1,327 km dan dari ODP ke ONT terjauh sepanjang 0,05 km dengan redaman masing-masing sebesar 0,24 dB.

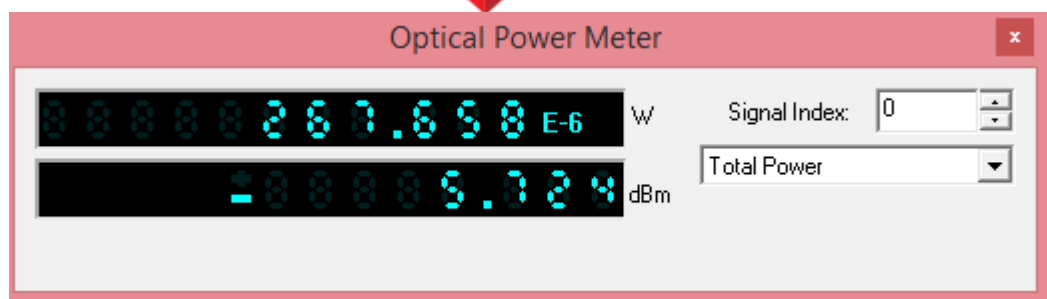
Gambar konfigurasi *uplink* dapat dilihat pada gambar 4.3:





Gambar 4. 3 Konfigurasi Uplink

Berdasarkan hasil perancangan tersebut didapatkan nilai *Bit Error Rate (BER)* adalah 0, nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER ideal transmisi serat optik yaitu  $10^{-9}$  dan daya yang terukur di penerima pada *Optical Power Meter (OPM)* adalah sebesar -5,724 dBm.



Gambar 4. 4Daya Terima Receiver Upstream (Rx)

#### 4. Pembahasan Hasil Simulasi

Berdasarkan perhitungan manual, didapatkan *powerlink budget* pada receiver (Rx) downstream dengan power sebesar -20,802 dBm. Sedangkan pada simulasi di *Opti System* didapatkan power sebesar -19,901 dBm. Sedangkan, hasil perhitungan manual untuk upstream didapatkan power pada receiver (Rx) sebesar -5,6949 dBm, sedangkan pada simulasi di *Opti System* didapatkan power sebesar -5,724 dBm. Nilai yang didapatkan melalui perhitungan manual dan perhitungan *Opti System* tidak memiliki perbedaan yang terlalu besar, yaitu 0,901 dBm untuk downstream dan 0,0291 dBm untuk upstream. Hal ini membuktikan perancangan ini layak dan mendekati perhitungan ideal.

Nilai yang didapatkan melalui perhitungan manual dan perhitungan *Opti System* tidak memiliki perbedaan yang terlalu besar, yaitu 0,901 dBm untuk downstream dan 0,0291 dBm untuk upstream. Hal ini membuktikan perancangan ini layak dan mendekati perhitungan ideal.

Adanya perbedaan antara simulasi dan perhitungan manual pada Power Link budget, Rise Time Budget maupun Bit Error Rate dikarenakan oleh adanya spesifikasi perangkat yang tidak pasti pada setiap perangkat karena setiap *device* mempunyai nilai dalam *range* tertentu sehingga perhitungan selalu dapat berubah.

Keterbatasan fitur simulasi juga membuat hasil menjadi kurang optimal. Letak perangkat-perangkat seperti splicer, splitter dan lain nya pada simulasi yang kemungkinan besar sedikit berbeda dengan lapangan membuat hasil simulasi sedikit tidak akurat tapi masih dalam toleransi yang dapat diterima.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan pada obyek perencanaan jaringan akses fiber optik di Perumahan Pesona Ciganitri untuk 5 tahun kedepan dengan jarak calon pelanggan terjauh adalah 6.777 km, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem dikatakan layak dengan memenuhi syarat *link power budget*, karena berdasarkan perhitungan manual nilai daya terima berdasar perhitungan bernilai -20,802 dBm untuk *downstream* dan -5,6949 dBm untuk *upstream*, kedua nilai tersebut masih diatas batas sensitifitas di penerima yang ditetapkan oleh PT.Telkom, yaitu -23 dBm. Jadi signal yang telah ditransmisikan oleh OLT di STO masih dapat sepenuhnya diterima oleh ONT di sisi pelanggan.
2. Berdasarkan perhitungan *rise time budget*, pengkodean NRZ dapat digunakan dalam perancangan jaringan akses FTTH ini. Pengkodean NRZ memiliki batas waktu 0,25 ns untuk *downstream*, nilai tersebut masih dibawah nilai waktu batas yang bernilai 0,28135 ns. Sedangkan, untuk *upstream* pengkodean NRZ memiliki batas waktu 0,25 ns, nilai tersebut masih dibawah nilai waktu batas yang bernilai 0,5627 ns. Sehingga dapat disimpulkan batas *rise time* perancangan jaringan akses FTTH ini memenuhi *rise time budget* untuk *downstream* dan *upstream*.
3. Berdasarkan simulasi pada *Opti System* didapatkan nilai BER untuk konfigurasi *downstream* sebesar  $2,6294 \times 10^{-35}$  dan untuk *upstream* sebesar 0. Sehingga dapat disimpulkan kedua nilai tersebut memenuhi nilai minimum BER yang ditentukan untuk optik yaitu  $10^{-9}$ .
4. Kebutuhan perangkat pada perancangan ini adalah 1 buah ODC-C-288 Splitter, 17 buah PS-1-4-ODC, 16 buah ODP-CA-8, 18 buah ODP-CA-16, 6 buah ODP-PL-8, 5 buah ODP-PL-16, 52 buah PS-1-8-ODC, 3900 meter AC-OF-SM-24D, 10500 meter *Optical Drop Cable*., 110 buah tiang 7m, dan 2 buah tiang 9m, HDPC-ODC 21 Meter, Pipa Galvanis 15 Meter.

### 5.2 Saran

Disusunnya penelitian ini tentu tidak lepas dari kekurangan dan ketidaksempurnaan, maka untuk kedepannya jika ada yang ingin melanjutkan penelitian ini ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk seterusnya, antara lain:

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengukur langsung ke lapangan dan bekerja langsung dengan mitra Telkom yang berurusan pada pembagian jaringan FTTH agar mendapatkan hasil yang akurat daripada di *Google Earth*.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan memasukan faktor ekonomi berupa biaya perancangan.

## Daftar Pustaka

- [1] Al-Adawiyah, Rabiah. *Evaluasi Perancangan Jaringan FTTH Dengan Teknologi GPON di Komplek Green Mansion Jakarta* [Jurnal]. Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2010 .
- [2] Divisi Akses. “*Panduan Desain FTTH.*” PT.Telkom Indonesia, 2012.
- [3] Fakhri A,Aldrin. *Pengenalan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON)* [Jurnal] . Telkom University, Bandung, 2014.
- [4] Fiber Optic Association, Inc, FTTH PON Types, California USA, 2015,
- [5] ITU-T Rec. G.984.1 (03/2008).
- [6] Keiser, Gerd. “*FTTX Concepts and Applications.*” Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc. 2006.
- [7] Laboratorium Sistem Komunikasi Serat Optik, “*Modul Praktikum Sistem Komunikasi Serat Optik*”, Telkom University, Bandung, 2013
- [8] Legawa, Tri. *Penerapan Teknologi DLC (Digital Loop Carrier) pada Jaringan Lokal Akses Fiber* [Jurnal]. Universitas Diponegoro, Semarang, 2010.
- [9] Muhamad Ramadhan Mardiana Siahaan.. “PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) DI PERUMAHAN SETRA DUTA BANDUNG.” IT Telkom.2012
- [10] Nainggolan, Bilpen. *Parameter Kualifikasi Teknis Implementasi Teknologi GPON* [Jurnal]. PT Telekomunikasi Indonesia, Bandung, 2009.
- [11] Utomo, Iwan Gustopo. “*Literatur Analisa Implementasi Teknologi Jaringan Kabel Optik*”. Jakarta : FT Universitas Indonesia. 2010.
- [12] ZTE Cooperation. “*ZXA10 C300: Optical Access Covergence Equipment – Product Description*”, 2011.



